

01P 17667



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

## ⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 43 35 116 A 1

⑯ Int. Cl. 5:

H 04 L 1/22

H 04 L 12/42

DE 43 35 116 A 1

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

16.10.92 AT 2048/92

⑯ Anmelder:

Semcotec Handelsges. m.b.H., Wien, AT

⑯ Vertreter:

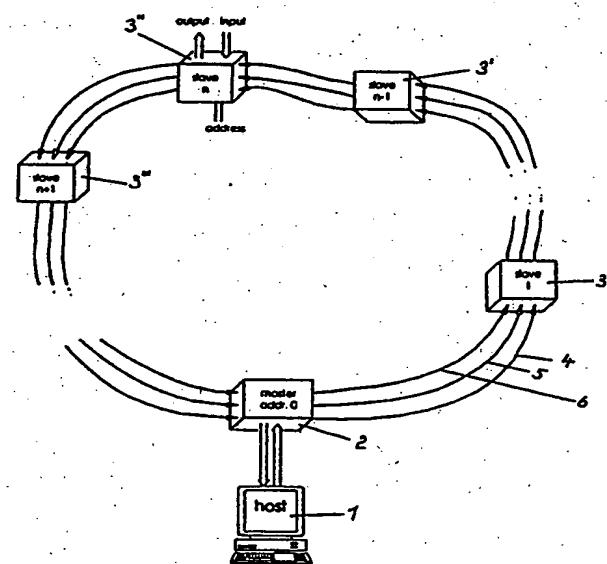
Fay, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Dziewior, J.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 89073 Ulm

⑯ Erfinder:

Sauter, Thilo, Dipl.-Ing., Wien, AT; Kerö, Nikolaus,  
Dipl.-Ing., Wien, AT

⑯ Feldbussystem

⑯ Leitungsredundantes Feldbussystem mit Ringtopologie, mit einer Reihe von Netzknoten, wobei sämtliche zu übertragenden Daten auf mehreren, vorzugsweise drei, Leitungen (4, 5, 6) parallel gesendet und empfangen werden, die Daten der unterschiedlichen Datenleitungen (4, 5, 6) untereinander verglichen werden, und ein selbsttätiger Ausgleich von Laufzeitunterschieden bei Längendifferenzen der Leitungen erfolgt (Fig. 1).



DE 43 35 116 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02 84 408 016/552

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein leitungsredundantes Feldbusystem mit Ringtopologie, mit einer Reihe von Netz-knoten.

Unter dem Begriff Feldbus werden in allgemeinen all jene Kommunikationssysteme verstanden, welche Leitrechner mit den jeweiligen Endgeräten der Prozeßkon-trolle verbinden.

Geht man von der Verbindung zweier oder mehrerer Netz-knoten als Grundelement eines Netzes aus, so ist die einfachste Struktur eine Punkt-zu-Punkt-Verbin-dung zwischen zwei Busteilnehmern. Meist gibt es einen bevorzugten Teilnehmer, der das Zugriffsrecht auf die Leitung überwacht – es werden aber auch Mehrfach-verbindungen, d. h. Strukturen, bei der mehrere Teilnehmer auf die Leitung zugreifen können, verwendet.

Gibt es einen ausgezeichneten Teilnehmer, der den Buszugriff überwacht, also eine zentrale Buszuteilung, und senden alle anderen Teilnehmer im Normalfall nur auf Anforderung durch den ausgezeichneten Teilnehmer, dann spricht man vom Master-Slave-Prinzip.

Vorteilhafterweise werden Ringsysteme verwendet, da bei diesen im Gegensatz zu offenen Systemen mit einer durchgehenden Busleitung bspw. eine eingestreu-te Störung primär nur auf das jeweilige Segment wirkt und der Fehler daher lokal begrenzt bleibt.

Das größte Problem im Bereich der Datenübertragun-gen über serielle Bussysteme stellt neben der Sicher-ung der Daten selbst gegen Übertragungsfehler die Verfügbarkeit und Funktionssicherheit der Datenleitun-gen dar.

Herkömmlicherweise verwenden die gängigen Feld-bussysteme nur eine Datenleitung, insbesondere aus Kostengründen, wobei ein durch mechanische oder elektrische Beeinträchtigung hervorgerufener Ausfall derselben das Bussystem als ganzes unbenützbar macht.

Es wird daher für Systemanwendungen, bei denen ein Ausfall einer Datenverbindung, sei es aus Sicherheits-gründen, beispielsweise bei Steuerungen in Kraftwer-ken, Flugzeugen oder auch Schiffen, Überwachungssy-stemen, Regelungen in der Verfahrenstechnik, oder auch aus finanziellen Erwägungen, wie bei Systemen mit hohen Stillstandskosten, nicht zulässig ist, eine Leitungs-redundanz gefordert.

Üblicherweise wird eine solche Leitungsredundanz durch Verlegen einer weiteren Leitung realisiert, wobei im Falle des Versagens der ursprünglichen Leitung ein Umschalten auf die zusätzliche Leitung erfolgt. Es ist also bei diesem Verfahren der passiven Redundanz grundsätzlich immer nur eine Leitung in Betrieb. Trotzdem muß aber nachteiligerweise die zusätzliche Leitung natürlich ständig kontrolliert werden, um deren unbe-merkten Ausfall zu verhindern.

Ein weiterer Nachteil einer derartigen Konstruktion liegt aber auch darin, daß im Ernstfall vom Auftreten der Störung bis zu ihrem Erkennen und Umschalten auf die zusätzliche Leitung eine gewisse Zeit verstreicht, während dieser eine Summe von Daten verlorengeht. Sofern diese, bspw. bei Übertragungen von Speicher-medien, reproduzierbar sind, können sie wiederholt werden und es tritt durch den Ausfall nur ein Zeitverlust ein.

Betrifft der Ausfall jedoch Sensor- oder Steuerdaten für Regelungen oder allgemein zeitkritische Daten in Echtzeitanwendungen, können diese nicht wiederholt werden und sind definitiv verloren. Sie hinterlassen bei Beobachtung und Aufzeichnung von bspw. Prozeßab-

läufen unwiederbringliche Informationslöcher.

Herkömmliche Bussysteme mit passiver Redundanz sind gegenüber solchen Problemen machtlos.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die genannten Nachteile zu beseitigen und ein Feldbusystem zu schaf-fen, das beim Ausfall sowohl einer Leitung als auch eines oder mehrerer Netz-knoten problemlos weiterarbeiten kann.

Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, daß sämtli-che zu übertragenden Daten auf mehreren, vorzugsweise drei, Leitungen parallel gesendet und empfangen werden, daß die Daten der unterschiedlichen Leitungen untereinander verglichen werden, und daß ein selbsttäti-ger Ausgleich von Laufzeitunterschieden bei Längendif-ferenzen der Leitungen erfolgt.

Die Daten werden also auf allen vorhandenen Leitungen gleichzeitig gesendet und empfangen, wobei jeder Knotenpunkt mit den Leitungen verbunden ist. Bei Aus-fall einer Leitung, bspw. durch mechanische Beschädi-gung oder Materialermüdung, werden die Daten somit immer noch auf den anderen, vom Ort der Störung ent-sprechend entfernen und daher von dieser nicht be-rührten Leitungen den Netz-knoten zugeführt. Die im Netz-knoten eintreffenden Daten der unterschiedlichen Leitungen werden in diesem miteinander verglichen, wobei bei voneinander abweichenden Werten entschie-den wird, welche Information mit der größten Wahrscheinlichkeit gesendet worden ist. Diese Entscheidung kann beispielsweise nach Majoritätskriterien erfolgen, weswegen eine ungerade Anzahl von Übertragungsleitungen, vorzugsweise drei, vorteilhaft ist. Durch diesen Datenvergleich wird einerseits erreicht, daß beim Aus-fall einer Leitung keine Daten verloren gehen, und an-derseits tritt eine erhebliche Steigerung der Fehlersi-cherheit der Übertragung ein.

Der Defekt einer Datenleitung wird so auf eine Ver-ringerung der Datensicherheit reduziert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung liegt darin, daß die Leitungen örtlich unterschiedlich verlegt sind.

Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit weiter verringert, daß bei äußerem Einfluß sämtliche die Daten parallel übertragende Leitungen gestört werden, was gleichzei-tig eine Erhöhung der Sicherheit bedeutet.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung ist es, daß die Daten der unterschiedlichen Leitungen untereinander in jedem Netz-knoten verglichen werden, auch wenn die Daten nicht für diesen Netz-knoten bestimmt sind, wobei ferner vorgesehen sein kann, daß jeder Netz-knoten eine individuelle Adressierung aufweist.

Dadurch erfolgt eine lückenlose Überwachung des gesamten Systems und ein auftretender Fehler kann problemlos zugeordnet werden.

Vorteilhafterweise ist jeder im Feldbusystem ver-wendete Netz-knoten ein selbständiges Systemelement, vorzugsweise ein System-Teilnehmer.

Nach einer weiteren Ausgestaltung ist den Daten ein Synchronisationssignal zugeordnet. Dieses Signal mar-kiert den Beginn eines Datensatzes, wobei ein Signal-verlauf verwendet wird, der im jeweiligen Leitungscode nicht vorkommt und daher einfach erkannt werden kann. Allerdings muß das Synchronisationssignal fehler-frei übertragen werden, um vom Decoder erkannt zu werden.

Vorteilhafterweise ist jedem Netz-knoten für jede Da-tenleitung ein Empfänger, ein die eingetroffenen Daten zwischenspeichernder Zwischenspeicher sowie ein De-coder zugeordnet.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung speichert jeder Empfänger nach Erkennen des Synchronisationssignals die Daten zwischen, welche nach Ablauf einer festgelegten Zeitspanne gleichzeitig und zentral gesteuert ausgelesen werden.

Der Empfänger jeder Leitung sucht den Datenstrom nach einem Synchronisationssignal ab und legt die nach diesem Signal empfangenen Daten in einem Zwischenspeicher ab, wobei vom ersten das Synchronisationszeichen empfangenden Decoder gleichzeitig ein Zähler gestartet wird.

Die Zwischenspeicherung erfolgt für jeden Empfänger unabhängig von den anderen, und dient insbesondere dem Ausgleich der Laufzeitunterschiede der in unterschiedlich langen Datenleitungen transportierten Daten, wodurch ein Datenvergleich überhaupt erst möglich wird.

Nach Ablauf einer durch den Zähler festgelegten Zeitspanne, bspw. x-Bitzeiten, in welchem Zeitraum die anderen Leitungen noch nachsynchronisiert werden können, werden die Zwischenspeicher jener Empfänger, die in dieser Zeit ein Synchronisationssignal erkannt und Daten in den Zwischenspeicher eingelesen haben, gleichzeitig und zentral gesteuert ausgelesen.

Entsprechend einer Weiterbildung der Erfindung werden die in den Zwischenspeichern abgelegten Daten während der Decodierung des Leitungscodes verglichen, wobei der Vergleich der Daten mittels einer Tabelle erfolgt.

Durch das gleichzeitige Decodieren und Vergleichen kann die gesamte im Leitungscode steckende zusätzliche Redundanz zur Fehlerbehandlung ausgenutzt werden.

Damit ist die Übertragungszeit zwischen zwei Netzketten durch die längste Verbindungsleitung bestimmt. Auch wenn ein Kanal gestört ist, werden die Daten nach Ablauf der vorgegebenen Zeit verarbeitet, und es tritt keine Störung ein.

Vorteilhafterweise ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung jede Datenleitung mit jedem Netzketten über eine eigene Busankopplung verbunden, welche den ankommenden Datenstrom zum Netzketten und die von diesem kommenden Daten an das nächste Bussegment weiterleitet.

Dadurch wird verhindert, daß durch Ausfall eines Teilnehmers, bspw. durch Blitzschlag, die Datenverbindung unterbrochen wird, da der defekte Netzketten durch die Busankopplungen überbrückt ist, und der Busbetrieb damit aufrechterhalten werden kann. Im allgemeinen leitet die Busankopplung den ankommenden Datenstrom an den Netzketten weiter und empfängt seine Antwort, welche wieder weitergegeben wird.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß jede Busankopplung die vom vorhergehenden Netzketten kommenden Daten speichert. Dies ist insbesonders dann vorteilhaft, wenn der Netzketten ausgefallen ist und die Busankopplung nach Ablauf einer gewissen Zeit keine Antwort erhält.

In diesem Fall leitet die Busankopplung erfindungsgemäß die gespeicherten Daten an das nächste Bussegment weiter. Auf diese Weise können auch zum Zeitpunkt des Ausfalles oder bei intermittierenden Störungen des Busteilnehmers keine Daten verloren gehen. Es sind dazu keine zusätzlichen Steuer- oder Kontroll-Leitungen notwendig, und der Netzketten weiß nicht, daß er sich gar nicht unmittelbar in der Datenleitung, sondern in einer Nebenschleife befindet. Dadurch wird die Sicherheit des Systems zusätzlich erhöht.

Nach einer anderen Weiterbildung der Erfindung sind die Datenleitungen im Bereich eines Netzketten räumlich getrennt angeordnet.

Bei einer Leitungskonzentration um einen Busteilnehmer könnten leicht alle Leitungen auf einmal beschädigt werden. Durch die erfindungsgemäße Ausführung reduziert sich diese Gefahr auf die Beeinträchtigung der Stichleitungen zum und vom Teilnehmer, so daß auch in einem solchen Fall das Netz funktionsfähig bleibt.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme der angeschlossenen Zeichnungen näher beschrieben.

Obwohl das Ausführungsbeispiel ein leitungsreduziertes Master-Slave-Feldbussystem betrifft, ist die Erfindung hierauf nicht beschränkt. Sie ist in gleicher Weise auf andere Feldbussysteme anwendbar, z. B. auf ein Multi-Master-Feldbussystem.

Es zeigt

Fig. 1 das erfindungsgemäße Feldbussystem mit Ringtopologie; Fig. 2 eine schematische Darstellung der Einrichtung zum Ausgleich der Laufzeitunterschiede sowie Datenvergleich; Fig. 3 ein Party-line-Netz nach dem Stand der Technik; und Fig. 4 die schematische Darstellung der Struktur eines Netzteilnehmers.

Fig. 1 zeigt ein Master-Slave-Feldbussystem mit Ringtopologie, wobei ausgehend von einem Hauptrechner 1 über einen Master 2 Information den Slaves 3, 3', 3'', 3''' zugespielt wird. Die gesamten Daten werden parallel über drei räumlich voneinander getrennte Leitungen 4, 5, 6 jedem Slave oder Netzketten zu- und von diesem auch wieder abgeführt. Durch diese aktive Leitungsredundanz wird die Sicherheit des Systems um ein Vielfaches angehoben. Der Datenübertragung stehen also drei verschiedene Wege zur Verfügung. Durch die Ringtopologie bleiben die Fehler lokal, es können in jedem Segment zwei Leitungen ausfallen, ohne daß die Gesamtfunktion dadurch beeinträchtigt wird.

Demgegenüber bedeutet bei Verwendung einer Party-line nach dem Stand der Technik (Fig. 3) bereits eine Unterbrechung (durch Scheren dargestellt) pro Leitung einen Teilausfall des Netzes.

Alle Daten die einen Knoten 3, 3', 3'', 3''' passieren, werden auf Fehler überprüft.

Die Teilnehmerzahl wurde beim Ausführungsbeispiel auf einen Adressraum von acht Bit eingeschränkt, was auch für ausgedehnte Netze bedeutend Spielraum läßt. Jeder Netzketten ist mit einer Adresse versehen, wobei dem Master 2 die Adresse Null zugeordnet ist. Für die Netzketten können die Adressen 1 bis 255 verwendet werden.

Als Leitungscodierung wurde der Manchester-Code verwendet, wodurch zufolge der Gleichanteilfreiheit des Codes als Übertragungsmedium neben optischen und elektrischen Medien auch der Einsatz von Übertragnern zur galvanischen Trennung der Datenleitungen von den Busketten ermöglicht wurde.

Fig. 2 zeigt das Schaltbild einer Einrichtung, die zum Vergleichen der Daten der unterschiedlichen Leitungen 4, 5, 6 dient.

Der in den Datenleitungen 4, 5, 6 geführte Datenstrom ist am Beginn eines Datensatzes mit einem Synchronisationssignal versehen. Die Daten der Leitungen werden in der Einrichtung nach Fig. 2 miteinander verglichen, bei voneinander abweichenden Werten wird anschließend entschieden, welche Information mit der größten Wahrscheinlichkeit gesendet worden ist.

Jede Datenleitung 4, 5, 6 führt zu einem Empfänger 7.

8, 9, der den Datenstrom nach einem Synchronisations-signal absucht. Die nach diesem Signal empfangenen Daten werden in den dem Empfänger zugeordneten Zwischenspeicher 10, 11, 12 abgelegt. Diesen Vorgang führt jeder Empfänger völlig unabhängig von den anderen durch. Gleichzeitig mit dem Ablegen der Daten in den Zwischenspeicher wird ein Zähler gestartet, der einige Bitzeiten lang läuft. Dies ist insbesonders deshalb von Bedeutung, da die Leitungen 4, 5, 6 unterschiedlich lang sind, und die Signale daher zu unterschiedlichen Zeitpunkten bei den Empfängern eintreffen. Dieser Zeitraum dient also dazu, daß nach Eintreffen des ersten Signales, die anderen Empfänger nachsynchronisieren können. Geschieht dies nicht, wird für die entsprechende Leitung ein Fehler vermerkt.

Läuft der Zähler beispielsweise 23 Bitzeiten lang und entspricht die Datenrate 10 Mbit/s, so entsprechen die 23 Bitzeiten 2,3 s. Bei einer Signalausbreitung von 200 m/s, einem Wert, der in der Literatur für Koaxialkabel und Lichtwellenleiter angegeben wird, ergibt das einen zulässigen Längenunterschied von 460 Meter. Sollte ein noch größerer Unterschied notwendig sein, muß lediglich die Taktfrequenz gesenkt werden.

Die gespeicherten Daten werden anschließend — wenn der Zähler abgelaufen ist — weiterverarbeitet. Eine Weiterverarbeitung erfolgt also in jedem Fall. Die in die Zwischenspeicher eingelesenen Daten werden nach Ablauf der Zeit also unabhängig davon, wie viele Speicher belegt waren, gleichzeitig und zentral gesteuert über die Steuerung 13 ausgelesen und einem Leitungsdecodierer 14 zugeführt. Während der Decodierung des Leitungscode erfolgt gleichzeitig der Vergleich der Daten mittels einer abgespeicherten Tabelle. Durch das gleichzeitige Decodieren und Vergleichen kann die gesamte im Leitungscode steckende zusätzliche Redundanz zur Fehlerbehandlung ausgenutzt werden.

Sehr gut geeignet für diese Methode sind beispielsweise zweischriffige Codes, wie der Manchester-Code. Nach dem Leitungsdecodierer stehen am Ausgang die eigentlichen Daten im NRZ-(non return to zero-, Null-Eins-)Format zur Verfügung und können weiterverarbeitet werden, beispielsweise durch Auswertung einer nicht dargestellten, überlagerten Blockcodierung zur Fehlererkennung und/oder -korrektur.

Beim Ausführungsbeispiel sind die Teilnehmer 3, 3', 3'', 3''' in die Leitung eingeschaltet und unterbrechen und segmentieren diese. Ein solches Ringsystem mit aktiver Busankopplung ist also gegenüber einem Übertragungssystem mit Leitungsredundanz und durchgehenden Leitungen vorteilhaft, da bei einem solchen System jede der vorhandenen Datenleitungen nur an einer Stelle unterbrochen werden muß, um das Bussystem vollständig funktionsunfähig zu machen.

Beim aktiven Feldbussystem mit Ringtopologie besteht die Gefahr nur für ein Segment, das aufgrund seiner geringeren Ausdehnung jedoch weniger ausfallsgefährdet sein wird als eine durchgehende Leitung.

Allerdings stellt der Ausfall eines Teilnehmers ein Problem dar, da dadurch die Datenverbindung unterbrochen wird, und auch eine noch so große Leitungsredundanz dagegen machtlos ist.

Fig. 4 zeigt nun die Struktur eines Netzteilnehmers 3, dessen Ausgestaltung dieses Problem vermeidet.

Jede Datenleitung 4, 5, 6 besitzt eine eigene Busankopplung 15, 16, 17, welche den ankommenden Datenstrom zum eigentlichen Teilnehmer 3 weiterleitet und seine Antwort empfängt, welche an das nächste Busseg-

ment weitergegeben wird.

Es handelt sich also um eine aktive Busankopplung über selbständige Bausteine, die es erlaubt, einen defekten Teilnehmer zu überbrücken und den Busbetrieb damit aufrechtzuerhalten.

Jede Busankopplung 15, 16, 17 speichert neben der Weiterleitung des Datenstromes auch die vom vorhergehenden Teilnehmer eingegangenen Daten für den Fall einer Störung des zugeordneten Netzknotens 3. Ist der angesprochene Teilnehmer ausgefallen, werden die Daten an den nächsten Teilnehmer direkt weitergeleitet.

Auf diese Weise können auch zum Zeitpunkt des Ausfalls oder bei intermittierenden Störungen des Busteilnehmers keine Daten verloren gehen.

Jede Busankopplung 15, 16, 17 ist so ausgelegt, daß sie nach einer vorbestimmten Zeit, gerechnet vom Absenden der Daten an den Netzknoten 3, falls von diesem keine Antwort kommt, die gespeicherten Daten weitergibt.

Damit ist eine einfache Erkennung des Ausfalls eines Teilnehmers geschaffen und es sind keine zusätzlichen Steuer- und Kontrolleitungen notwendig, was zu einer Erhöhung der Sicherheit des Systems beiträgt.

Auch im Bereich des Netzknotens 3 werden die Datenleitungen 18, 19, 20 räumlich getrennt geführt, da aufgrund der Leitungskonzentration um einen Busteilnehmer leicht alle Leitungen mitsammen, bspw. durch mechanische Einwirkung, beschädigt werden können.

Durch die getrennte Anordnung reduziert sich die Gefahr auf die Beeinträchtigung der Stichleitungen vom und zum Teilnehmer, so daß auch in einem solchen Fall das Netz funktionsfähig bleibt.

#### Patentansprüche

1. Leitungsredundantes Feldbussystem mit Ringtopologie, mit einer Reihe von Netzknoten, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche zu übertragenden Daten auf mehreren, vorzugsweise drei, Leitungen (4, 5, 6) parallel gesendet und empfangen werden, daß die Daten der unterschiedlichen Datenleitungen (4, 5, 6) untereinander verglichen werden, und daß ein selbsttätiger Ausgleich von Laufzeitunterschieden bei Längendifferenzen der Leitungen erfolgt.

2. Feldbussystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitungen örtlich unterschiedlich verlegt sind.

3. Feldbussystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten der unterschiedlichen Leitungen (4, 5, 6) untereinander in jedem Netzknoten (3, 3', 3'', 3''') verglichen werden, auch wenn die Daten nicht für diesen Netzknoten bestimmt sind.

4. Feldbussystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Netzknoten eine individuelle Adressierung aufweist.

5. Feldbussystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Netzknoten ein selbständiges Systemelement, vorzugsweise ein System-Teilnehmer ist.

6. Datensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Daten ein, den Beginn eines Datensatzes markierendes Synchronisationssignal zugeordnet ist.

7. Feldbussystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem

Netzknoten (3, 3', 3'', 3''') für jede Datenleitung (4, 5, 6) ein Empfänger (7, 8, 9), ein die eingetroffenen Daten zwischenspeichernder Zwischenspeicher (10, 11, 12) sowie ein Decoder (14) zugeordnet ist.

8. Feldbussystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Empfänger (7, 8, 9) nach Erkennen des Synchronisationssignales die Daten zwischenspeichert, welche nach Ablauf einer festgelegten Zeitspanne gleichzeitig und zentral gesteuert ausgelesen werden.

9. Feldbussystem nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Zwischenspeichern (10, 11, 12) abgelegten Daten während der Decodierung des Leitungscodes verglichen werden.

10. Feldbussystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich der Daten mittels einer Tabelle erfolgt.

11. Feldbussystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jede Datenleitung (4, 5, 6) mit jedem Netzknoten über eine eigene Busankopplung (15, 16, 17; 18, 19, 20) verbunden ist, welche den ankommenden Datenstrom zum Netzknoten (3) und die von diesem kommenden Daten an das nächste Bussegment weiterleitet.

12. Feldbussystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Busankopplung die vom vorhergehenden Netzknoten kommenden Daten speichert.

13. Feldbussystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Busankopplung die gespeicherten Daten an das nächste Bussegment weiterleitet.

14. Feldbussystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenleitungen (18, 19, 20) im Bereich eines Netzknotens (3) räumlich getrennt angeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

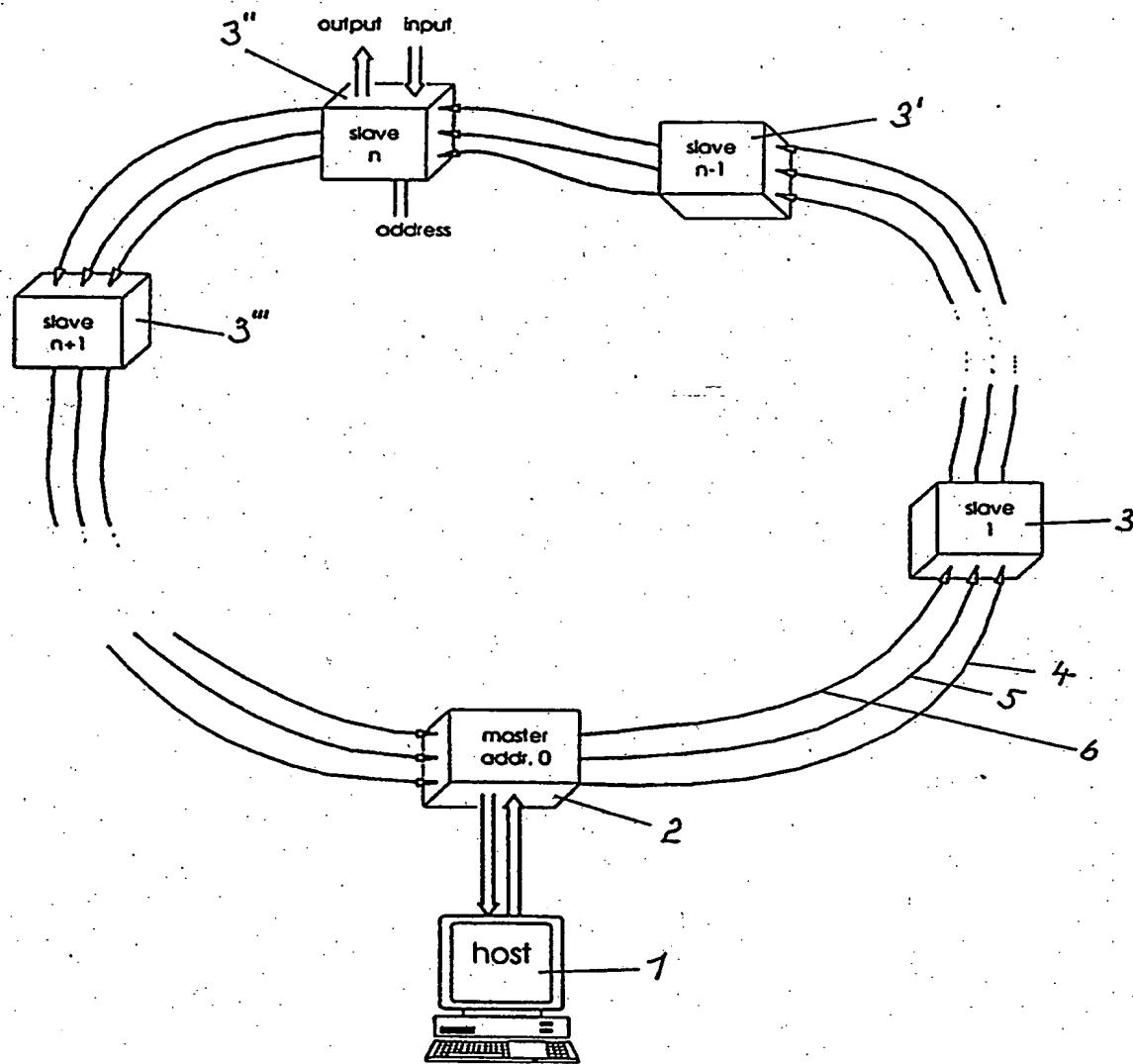


FIG. 1

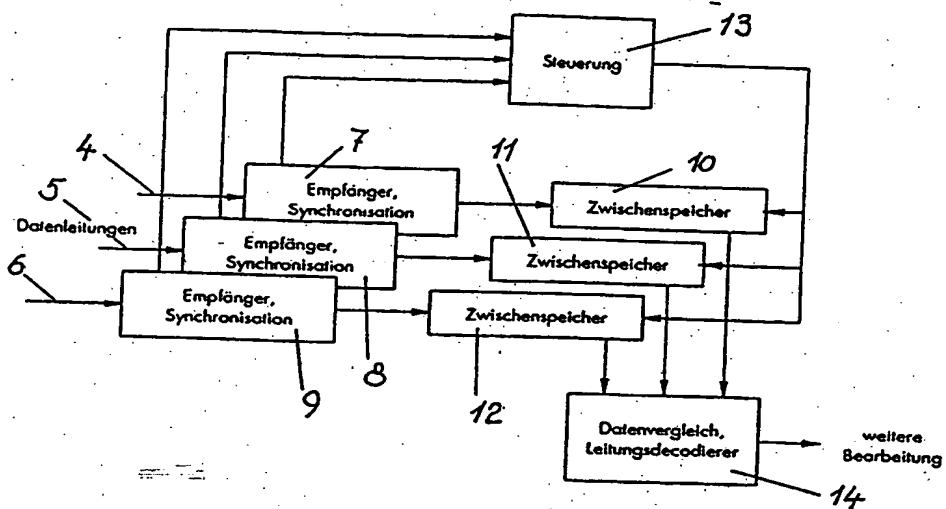


FIG. 2

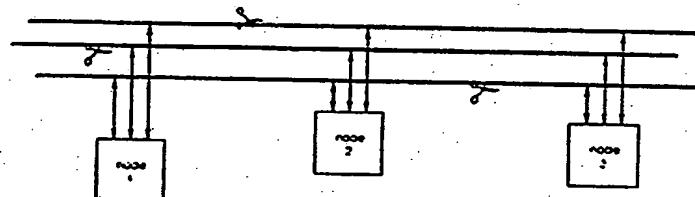


FIG. 3

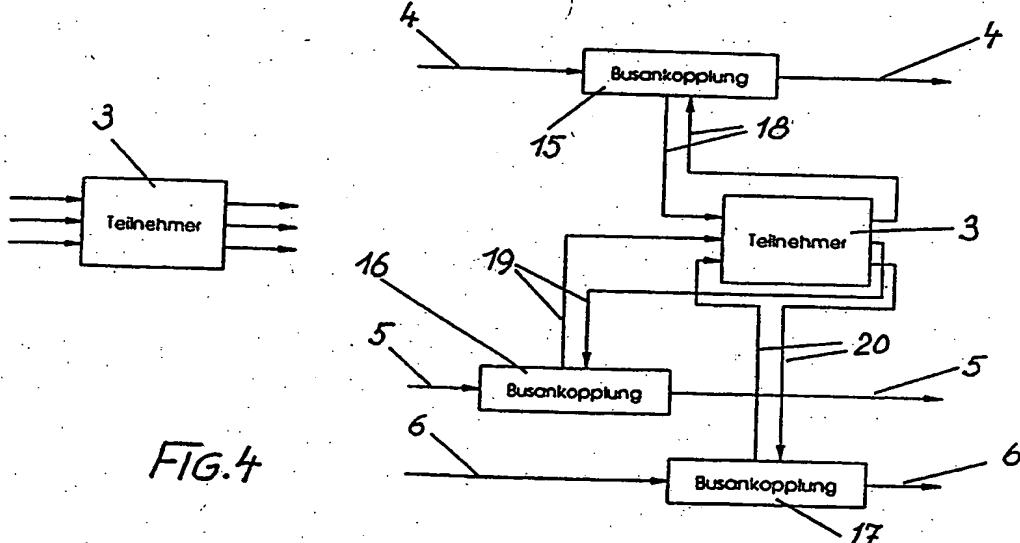


FIG. 4